

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Tomoyuki KAWASHITA

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: GRINDING TOOL, AND METHOD AND APPARATUS FOR INSPECTION CONDITIONS OF
GRINDING SURFACE OF THE SAME

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §120**.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119(e)**: Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119**, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-199941	July 9, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
☐ are submitted herewith
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913



22850

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 7月 9日

出願番号

Application Number:

特願2002-199941

[ST.10/C]:

[JP2002-199941]

出願人

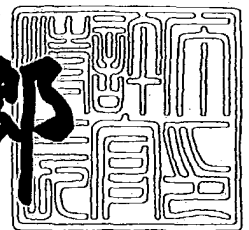
Applicant(s):

佐世保工業高等専門学校長

2003年 2月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3007566

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000202982

【提出日】 平成14年 7月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B24B 1/00

【発明の名称】 研削工具及び研削工具の砥面状態検査方法

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 長崎県佐世保市沖新町1番1号 佐世保工業高等専門学校
校電子制御工学科内

【氏名】 川下 智幸

【特許出願人】

【住所又は居所】 長崎県佐世保市沖新町1番1号

【氏名又は名称】 佐世保工業高等専門学校長

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 研削工具及び研削工具の砥面状態検査方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基体の表面に砥粒を散設することで砥面を形成してなる研削工具において、

少なくとも前記砥粒の表面色を前記基体の表面色と異ならせるように構成したことを特徴とする研削工具。

【請求項 2】 前記基体の表面と前記砥粒の表面の少なくとも一方に、砥粒の表面色を基体の表面色と異ならせるための着色剤を塗布してなることを特徴とする請求項 1 記載の研削工具。

【請求項 3】 前記基体及び前記砥粒の少なくとも一方を、砥粒の表面色を基体の表面色と異ならせるための着色添加剤を混在させて成形してなることを特徴とする請求項 1 記載の研削工具。

【請求項 4】 前記砥粒の表面色は、前記基体の表面色に対し所定量以上の濃度差を持つように定められることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の研削工具。

【請求項 5】 基体の表面に砥粒を散設することで砥面を形成してなる研削工具の上記砥面の状態を検査する方法において、

前記砥面の基体表面と砥粒表面との間に所定の色差を設定する工程と、

前記色差が形成された砥面を撮像してその画像データを得る工程と、

前記得られた画像データに対し、前記色差をもとに当該画像データ中の砥粒表面を表すデータと基体表面を表すデータとの差を顕著にするための画像処理を施し、この画像処理後の画像データを出力する工程とを具備したことを特徴とする研削工具の砥面状態検査方法。

【請求項 6】 前記画像処理後の画像データをもとに、砥粒の分布密度、及び砥粒表面の形状と大きさのうち少なくとも一つを表す数値データを求めて出力する工程を、

さらに具備したことを特徴とする請求項 5 記載の研削工具の砥面状態検査方法。

【請求項 7】 前記色差を設定する工程は、砥粒表面の地肌と色が異なる着

色剤を砥面に塗布する工程と、前記着色剤が塗布された砥面のうち砥粒表面の着色剤のみを除去して砥粒表面の地肌を露出させる処理を行う工程とを備えることを特徴とする請求項 5 記載の研削工具の砥面状態検査方法。

【請求項 8】 砥粒表面の着色剤のみを除去する工程は、着色剤が塗布された砥面を疑似被加工物に当接させて研削加工を行うことにより、実際に加工に参与する砥粒表面の着色剤のみを除去することを特徴とする請求項 7 載の研削工具の砥面状態検査方法。

【請求項 9】 前記色差を設定する工程は、砥面に第 1 の色の着色剤を塗布する工程と、前記着色剤が塗布された砥面のうち砥粒表面の着色剤の発色を第 2 の色に変化させるための処理を行う工程とを備えることを特徴とする請求項 5 記載の研削工具の砥面状態検査方法。

【請求項 10】 前記色差を設定する工程は、前記撮像により得られる画像データ中の砥粒表面を表すデータと基体表面を表すデータとの間に所定量以上の濃度差が生じるように行われることを特徴とする請求項 5 記載の研削工具の砥面状態検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、工具基体に砥粒を散設することで砥面を形成した研削工具と、この研削工具の砥面を撮像してその画像データをもとに砥面の状態を検査する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

研削加工分野においては、研削工具として一般に無気孔砥石と有気孔砥石が使用される。このうち無気孔砥石は、例えば図 7 に示すように砥石基体 11 の周面に砥粒 20 を結合剤 13 により固着させることにより砥面を形成したものとなっている。このような砥石 10 を使用して研削加工を行う場合には、例えば図 8 に示すように円盤又は円筒状をなす砥石 10 を矢印 A 方向に高速回転させた状態で、その砥面を被加工物としての工作物 30 の加工面に当接させる。そして、工作

物30を矢印B方向に一定の速度で移動させる。そうすると、工作物30の加工面が砥粒20により一定の深さD分だけ削り取られ、これにより工作物30の表面が研削加工される。なお、31は上記砥粒20により削り取られた切り屑である。

【0003】

ところで、この種の研削加工では、工作物30の加工面の仕上げ品質が砥石10の砥面の状態によって左右される。砥面の状態は、主として切れ刃として機能する砥粒20の表面部分の形状や大きさ、砥粒20の分布状態、砥粒20の突出量によって決まり、これら砥粒20の状態によっては工作物30の加工面に大きな研削条痕が残ってしまう。図9は研削条痕32の一例を示した部分拡大図である。したがって、高品質の研削加工を行うには、砥面の状態つまり砥粒20表面部の形状や大きさ、砥粒20の分布状態や突出量等を正確に把握することが重要である。

【0004】

そこで従来では、例えばカメラを装着した高倍率の金属顕微鏡を用いて砥石10の砥面を撮像し、この撮像された画像データに所定の画像処理を施すことで砥粒20部分を他の部分と区別して表示した画像を作成して検査に供する技術が研究されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、一般に砥粒20の切れ刃として機能する表面部分と基体11表面を覆っている結合剤13とは色の濃度が類似している。このため、撮像された画像データにおいて、色の濃度差を用いて砥粒20表面部分を結合剤等の他の部分と区別して表示することはきわめて困難である。また、砥粒20の表面部分は形状的に見ても際だった特徴を持っているわけではない。このため、形状をもとに砥粒20の表面部分を他の部分と区別して表示することも困難である。一方、最近の進んだ画像処理技術を適用することで上記問題を解消することも考えられている。しかし、この方法は複雑な画像処理と高精細の撮像装置が必要となるため、システムがきわめて大掛かりで高価なものになり、実用に適さない。

【0006】

さらに、たとえこのようなシステムを使用して砥粒20部分を表示させたとしても、砥面を形成している各砥粒のうち実際に研削加工に参与している砥粒を画像上で抽出することは不可能である。このため、実際に加工に参与している砥粒の状態のみを把握することは困難だった。

【0007】

この発明は上記事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、研削工具の砥面の状態を、複雑な画像処理技術を用いることなく正確に検査することを可能にした研削工具及び研削工具の砥面状態検査方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するためにこの発明に係わる研削工具は、少なくとも砥粒の表面色を基体の表面色と異ならせるように構成したものである。

したがってこの発明によれば、研削工具の砥面を撮像してその撮像画像データをもとに砥面の状態を判定する際に、砥粒表面と基体とが明瞭に区別されて表示される。このため、砥面の状態を表す要素、例えば砥粒の分布密度や、各砥粒表面の形状や大きさ等を正確に検査することが可能となる。

【0009】

上記砥粒の表面色を基体の表面色と異ならせる手段としては、基体の表面と砥粒の表面の少なくとも一方に着色剤を塗布するものと、基体と砥粒の少なくとも一方を、砥粒の表面色を基体の表面色と異ならせるための着色添加剤を混在させたのち成形するものとが考えられる。前者の手段によれば、研削工具の製作後又は既存の研削工具に対し任意に着色を行うことができる。これに対し後者の手段では、研削工具の使用開始後に砥粒表面が摩耗した場合でも着色状態を保持できる利点がある。

【0010】

また、上記砥粒の表面色は基体の表面色に対し所定量以上の濃度差を持つように設定するとよい。このようにすると、砥面を撮像して得た画像データがモノク

口画像の場合でも、この画像データ中において砥粒表面のデータと基体表面のデータとをより明瞭に区別して表示することが可能となる。

【0011】

一方、この発明に係わる砥面状態検査方法は、基体表面に砥粒が設けられた砥面の状態を検査する際に、先ず砥面の基体表面と砥粒表面との間に所定の色差を設定する。そして、この色差が形成された砥面を撮像してその画像データを得、この画像データに対し、上記色差をもとに当該画像データ中の砥粒表面を表すデータと基体表面を表すデータとの差を顕著にするための画像処理を施し、この画像処理後の画像データを出力するようにしたものである。

【0012】

したがってこの発明によれば、砥面の撮像に先立ち、砥面の基体表面と砥粒表面との間に所定の色差を設定する処理が行われる。このため、砥面を撮像して得た画像データ中の砥粒表面を表すデータと基体表面を表すデータとの差を、簡単な画像処理により一層際立たせることが可能となり、これにより砥面の状態をさらに正確に検査することが可能となる。

【0013】

またこの発明に係わる砥面状態検査方法は、上記画像処理後の画像データをもとに、砥粒の分布密度及び砥粒表面の形状と大きさのうち、少なくとも一つを表す数値データを求めて出力する工程をさらに備えることも特徴とする。このようにすると、例えば画像処理後の画像データを検査者が目視することにより砥面の状態を検査する場合に比べ、高精度で検査者間のばらつきの少ない検査結果を得ることが可能となる。

【0014】

上記砥面の基体表面と砥粒表面との間に色差を設定する方法としては、次の方法が考えられる。

第1の方法は、砥粒表面の地肌と色が異なる着色剤を砥面に塗布したのち、この着色剤が塗布された砥面のうち被加工物に当接する砥粒表面の着色剤のみを除去して当該砥粒表面の地肌を露出させる処理を行うものである。この方法によれば、複雑な着色作業や特殊な着色剤を必要とすることなく比較的簡単に色差を設

定することができる。

【0015】

また上記砥粒表面の着色剤を除去する工程を、研削工具の砥面を疑似被加工物に当接させて研削加工を行うものを採用するとよい。このように砥面を実際に被加工物に当接させて研削加工を行わせることで、実際に加工に参与する砥粒表面部分の着色剤のみを除去することができる。したがって、実際に加工に参与する砥粒の分布及び形状と大きさ等を正確に把握することが可能となる。

【0016】

第2の方法は、砥面に第1の色の着色剤を塗布したのち、この着色剤が塗布された砥面のうち砥粒表面の着色剤の発色を第2の色に変化させる処理を行うものである。この方法によれば、研削工具を実際に使用せずに色差を設定できる。したがって、新品の研削工具の検査に適用できる。

【0017】

また、上記砥粒表面の着色剤の発色を第2の色に変化させる処理は、熱により発色が変化する着色剤を砥面に塗布し、発熱体により構成した疑似被加工物にこの砥面を当接させることにより実現するとよい。このようにすれば、実際に加工に参与する砥粒の表面部分の着色剤のみを変色させることができ、これにより実際に加工に参与する砥粒の分布や形状と大きさ等を正確に把握することが可能となる。

【0018】

上記色差は、撮像により得られる画像データ中の砥粒表面部分と基体表面部分との間に所定量以上の濃度差が生じるように設定するとよい。このようにすると、砥面を撮像して得た画像データがモノクロ画像の場合でも、この画像データにおいて砥粒表面のデータと基体表面のデータとをより明瞭に区別して表示することが可能となる。

【0019】

【発明の実施の形態】

(第1の実施形態)

図1は、この発明の第1の実施形態に係わる砥面状態検査方法を実施するため

の検査システムの概略構成図である。

【0020】

無気孔砥石（以後砥石と称する）10は、円盤状又は円筒状をなす工具基体11の周面に、図6に示したように砥粒20を結合剤13により固着させてこれを砥面としたものである。そして砥石10は、回転軸12に軸着された状態で、駆動機構50により矢印A方向に回転駆動される。

【0021】

また、上記砥石10の下方位置には加工テーブル40が配置されている。この加工テーブル40は駆動機構50により駆動され、テーブル上にセットされた疑似被加工物30'を矢印B方向に一定の速度で移動させる。なお、疑似被加工物30'は、砥石10の砥面の硬度より柔らかく、かつ後述する着色剤が付着しやすい材料により構成される。

【0022】

ところで、上記砥石10の周囲の砥面と対向する位置には、スプレー60と、カメラ付き顕微鏡70が配設されている。スプレー60は、後述する制御部80からの駆動指示を受けて動作し、上記砥石10の砥面に対し着色剤を噴射する。着色剤としては、砥石10砥面に対する良好な付着性を有し、かつ上記疑似被加工物30'と接触したときに砥粒20表面から容易に剥離する材料が選ばれる。また着色剤の色としては、後述するカメラ付き顕微鏡70により得られる撮像画像データ上において、砥石10の砥粒20表面色、つまり切り刃部の地肌の色に対し、所定量以上の濃度差が生じる色が選ばれる。

【0023】

カメラ付き顕微鏡70は、高倍率の金属顕微鏡にデジタルカメラを装着したもので、制御部80からの駆動指示により動作する。そして、砥石10の砥面を所定の倍率で撮像し、その撮像画像データを制御部80へ出力する。なお、カメラ付き顕微鏡70には焦点調整機構が備えられており、制御部80からの焦点制御信号に従い焦点を調整する。

【0024】

制御部80は、入力部91、記憶部92及び表示部93と共に制御ユニットを

構成する。制御部 8 0 は、マイクロコンピュータを主制御部として備え、この発明に係る制御機能として砥面状態検査制御機能 8 1 を有している。この砥面状態検査制御機能 8 1 は、プログラムを上記マイクロコンピュータに実行させることにより実現される。そして、入力部 9 1 から与えられる検査開始指示により起動され、予め定められた手順に従い砥面状態の検査制御を実行する。

【 0 0 2 5 】

次に、以上のように構成された検査システムを使用した砥面状態検査方法について説明する。図 2 及び図 3 は制御部 8 0 の制御手順及び制御内容を示すフローチャートである。

【 0 0 2 6 】

検査に先立ち、検査対象の砥石 1 0 を回転軸 1 2 に装着すると共に、加工テーブル 4 0 に疑似被加工物 3 0' をセットする。そして、このセット完了後に入力部 9 1 から検査開始指示を入力する。

【 0 0 2 7 】

制御部 8 0 は、図 2 のステップ 2 a により検査開始指示の入力を監視している。そして、この状態で検査開始指示の入力を検出すると、先ずステップ 2 b により駆動機構 5 0 に対し着色モード用の駆動指示を与えて砥石 1 0 を回転させる。このときの回転速度は、砥石 1 0 の砥面に対し着色剤がむらなく塗布されるように比較的ゆっくりとした速度に設定される。

【 0 0 2 8 】

続いてスプレー 6 0 に対し駆動指示を与え、これによりスプレー 6 0 から着色剤を噴射させる。この結果、砥石 1 0 砥面には着色剤が塗布される。そうして、砥石 1 0 の砥面全面に対する着色剤の塗布が終了すると、制御部 8 0 はこれをステップ 2 d で検出して、スプレー 6 0 からの着色剤の噴射を停止させると共に、砥石 1 0 の回転を停止させる。かくして、砥石 1 0 の砥面に対する着色がなされる。

【 0 0 2 9 】

次に、制御部 8 0 はステップ 2 e により駆動機構 5 0 に対し研削モード用の駆動指示を与えて砥石 1 0 を回転させる。このときの回転速度は、砥石 1 0 の砥面

に塗布された着色剤のうち砥粒20表面の着色剤が効果的に除去されるように、上記着色モードの時より高速度に設定される。続いて、ステップ2fにより駆動機構50に対し加工テーブル40を駆動させるための指示を与える。

【0030】

したがって、砥石10により疑似被加工物30'を研削する加工が開始され、これにより砥石10の砥面に形成されている砥粒20のうち、実際に加工に関与する砥粒20の表面の着色剤が除去される。この加工処理は、ステップ2gで加工の時間経過を監視することで、予め設定した一定時間だけ行われる。この加工時間は、砥面の結合剤13に塗布された着色剤をそのまま残した上で、実際に加工に関与する砥粒20表面の着色剤をもれなく除去するに必要十分な時間に設定される。

【0031】

そうして、砥粒20表面の着色剤を除去する工程が終了すると、制御部80はステップ2hにより砥石10の回転及び加工テーブル40の移動をそれぞれ停止させる。

【0032】

なお、砥石10砥面に塗布された着色剤が乾燥し定着するまでに一定の時間を要する場合には、着色工程終了後、上記定着に要する時間が経過した後に着色剤を除去する工程に移行するように制御する。

【0033】

次に、砥面を撮像してその画像データから検査結果を得る工程を、図3に示す手順に従い実行する。すなわち、制御部80は先ずステップ3aにより砥石10の砥面の検査対象部位をカメラ付き顕微鏡70の撮像位置に位置決めする。そして、ステップ3bによりカメラ付き顕微鏡70に対し駆動指示を与え、撮像動作を開始させる。このとき、カメラ付き顕微鏡70の倍率や焦点は予め設定しておく。なお、上記カメラ付き顕微鏡70の倍率や焦点は、顕微鏡が備える自動調整機能を作動させることで、最適な状態に自動調整することも可能である。

【0034】

上記カメラ付き顕微鏡70により撮像された砥面の検査対象部位のデジタル

画像データは、制御部80へ出力される。制御部80は、上記カメラ付き顕微鏡70から出力されたデジタル画像データを、ステップ3cにより取り込んで記憶部92に一旦格納する。次に、ステップ3dにおいて、上記記憶されたデジタル画像データについて濃度解析を行うことで色度濃度を求め、この求められた色度濃度をもとにステップ3eで二値化のためのしきい値Lを設定する。

【0035】

例えば、いま図4(a)に示すようなデジタル画像データが得られたとする。このデジタル画像データは、先に述べた砥面の着色処理と、砥粒表面の着色剤を除去する処理により、砥粒20の表面と着色された結合剤14との間で、図示するごとく色度濃度の差が顕著になっている。このデジタル画像データの色度の濃淡を解析すると、その分布ヒストグラムには図4(b)に示すように2つの大きなピークが現れる。そこで、この色度の濃淡分布のヒストグラムをもとに、上記2つのピークの間位置にしきい値Lを設定する。

【0036】

次に制御部80は、ステップ3fにおいて、上記ように設定したしきい値Lを用いて上記デジタル画像データの二値化処理を行う。この二値化処理により、砥粒20の表面の画像のみが抽出された処理画像が得られる。続いて制御部80は、ステップ3gにおいて、上記二値化処理画像をもとに砥粒20表面の形状と大きさ、単位面積当たりの砥粒20の数（砥粒20の分布密度）を求める。そして、この求められた砥粒20表面の形状と大きさを表す数値データと、砥粒20の分布密度を表す数値データを、ステップ3hにより記憶部92の検査結果記憶エリアに格納すると共に、表示部93に表示させる。なお、上記求められた検査結果は、印字装置でプリントアウトしたり、接続ケーブル又は通信回線を介して他のコンピュータ等に伝送することも可能である。

【0037】

かくして、砥面の任意の一つの検査対象部位についての検査が終了する。なお、検査対象部位として予め複数の部位を指定しておく、これらの各検査対象部位に対しそれぞれ上記ステップ3a～ステップ3hで述べた画像処理による検査手順が繰り返し実行される。したがって、例えば砥石10の砥面について一定角

度おきに検査対象部位を予め指定しておけば、砥石10の全周に亘ってその砥面の状態を検査することができる。

【0038】

以上述べたように第1の実施形態では、砥石10の砥面をカメラ付き顕微鏡70により撮像してその画像データをもとに砥粒20の状態を検査する際に、事前に砥石10の砥面全面をスプレー60により着色し、しかるのちこの砥面が着色された砥石10により疑似被加工物30'を一定時間研削加工することにより、実際に加工に関与する砥粒20の表面の着色を除去して地肌を露出させるようにしている。

【0039】

したがって、画像データにおいて、砥粒20表面と着色された結合剤14との間における色度の濃淡の差をより顕著にすることができ、これにより最適な二値化しきい値を設定して画像データの二値化処理を行うことができる。このため、砥粒20表面の画像のみが正確に抽出された処理画像を得ることができ、この二値化処理画像をもとに砥粒20表面の形状と大きさ、及び砥粒20の分布密度を正確に求めることができる。

【0040】

ちなみに、砥面を着色処理せずに撮像して得た画像データでは、例えば図5(a)に示すように砥粒20の画像とそれ以外の結合剤13の画像との間に色度の濃淡差がほとんど現れず、色度の濃淡分布のヒストグラムを見ても図5(b)に示すようにピークは一つしか検出できない。このため、二値化しきい値を正確に設定することは難しく、この結果二値化処理された画像データから砥粒の状態を正確に求めることは困難である。

【0041】

さらに第1の実施形態であれば、着色後の砥石10で疑似被加工物30'を研削加工することで砥粒20表面の着色を除去するようにしているので、実際に加工に関与する砥粒20の表面部分の着色のみを除去することができる。したがって、実際に加工に関与する砥粒20のみを対象にその形状と大きさ、及び分布密度を検査することが可能となる。

【0042】

(第2の実施形態)

第1の実施形態では、砥石10の砥面全面をスプレー60により着色し、しかるのちこの着色された砥石10により疑似被加工物30'を一定時間研削加工することにより砥粒20表面の着色を除去するようにしている。

【0043】

これに対し、この発明の第2の実施形態は、砥石10の砥面全面をスプレー60により着色したのち、この着色された砥面のうち砥粒20表面の発色を他の色に変色させる処理を行うものである。この変色処理は、例えば熱により発色が変化する着色剤を砥面全面に塗布し、発熱体により構成した疑似被加工物にこの砥面の砥粒先端部を当接させることにより実現できる。このような方法を使用すると、実際に加工に関与する砥粒20の先端部分（表面部分）の着色のみを変色させることができ、これにより実際に加工に関与する砥粒20の形状と大きさ、及び分布密度を正確に把握することが可能となる。

【0044】

なお、砥粒20表面の発色を他の色に変色させるための処理方法としては、熱を利用する以外に化学反応等を利用する方法を採用することもできる。

【0045】

(第3の実施形態)

前記第1及び第2の実施形態では、検査に際し、砥石20の砥面を着色処理したのち撮像し、この撮像により得られた画像データをもとに砥粒の状態を検査する方法について説明した。

【0046】

これに対し第3の実施形態では、砥石を製作する際に、砥石の基体本体又は結合剤に予め第1の着色剤を混在させると共に、砥粒の材料に第2の着色剤を混在させ、この着色剤が混在された材料を使用して砥石を製作するようにしたものである。このような砥石を使用することで、検査に際し砥面を着色処理する必要がなくなり、砥面状態の検査を簡単な設備と手順により迅速かつ正確に行うことが可能となる。

【0047】

なお、上記例では砥石の基体本体又は結合剤に第1の着色剤を混在させ、かつ砥粒の材料に第2の着色剤を混在させるようにしたが、いずれか一方に着色剤を混在させて製作するようにしてもよい。図6は、結合剤13に着色剤を混在させて製作した砥石の部分拡大図であり、このような砥石を使用することで前記第1の実施形態と同様の効果が得られる。

【0048】

また、上記材料に混入させる着色剤の色は、撮像により得られる画像データ中の砥粒表面部分と基体表面部分（結合剤形成部分）との間に所定量以上の濃度差が生じるように選択される。

【0049】

なお、有気孔砥石にこの実施形態の手法を適用する場合には、着色剤を混在させて製作した有気孔砥石の砥粒表面の色を熱又は化学反応により別の色に変色させるか、あるいは砥粒表面のみに別の色の着色を施すことにより実現できる。

【0050】

（その他の実施形態）

前記第1及び第2の実施形態では、砥面に着色を施す方法としてスプレー60により着色剤を吹き付ける方法を採用した。しかし、それに限るものではなく、着色液を収容した液槽を用意し、この液槽の着色液に砥石の砥面を浸すことで着色するようにしてもよい。

【0051】

また、前記第1の実施形態では、二値化処理された画像データを制御部80が解析処理することにより砥粒20表面の形状と大きさ、及び砥粒20の分布密度を表す数値データを算出し、この算出データを検査結果として表示又はプリントアウトするようにした。しかし、上記二値化処理された画像データをそのまま表示或いはプリントアウトし、この表示或いは出力された画像データを検査員が目視により解析して砥粒の状態を把握するようにしてもよい。

【0052】

さらに、前記第1の実施形態では、画像データを二値化処理する場合を例にと

って説明した。しかし、これに限るものではなく、グラフィック処理により砥粒表面とそれ以外の部位を異なる表示色で表示させた画像データを作成し、この画像データを表示又はプリントアウトするようにしてもよい。

【0053】

さらに、前記第1の実施形態では専用のカメラ付き顕微鏡70を用いて砥石10の砥面を撮像する場合を例にとって説明した。しかし、砥石10の砥面を汎用の顕微鏡とデジタルカメラを用いて撮像し、これにより得られた汎用のファイル形式の画像データをUSBケーブルやメモ리카ード等を用いてパーソナル・コンピュータに取り込んで画像処理するようにしてもよい。このようにすると、検査システムをきわめて安価に提供することができる。

【0054】

さらに研削工具の種類としては、無気孔砥石に限らず有気孔砥石であってもよく、その他検査システムの構成や検査手順とその内容、着色剤の種類や色、砥石の形状や砥面の構造等についても、この発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できる。

【0055】

【発明の効果】

以上詳述したようにこの発明に係わる研削工具は、少なくとも砥粒の表面色を基体の表面色と異ならせるように構成している。

【0056】

またこの発明に係わる砥面状態検査方法は、基体表面に砥粒が設けられた砥面の状態を検査する際に、先ず砥面の基体表面と砥粒表面との間に所定の色差を設定する。そして、この色差が形成された砥面を撮像してその画像データを得、この画像データに対し、上記色差をもとに当該画像データ中の砥粒表面を表すデータと基体表面を表すデータとの差を顕著にするための画像処理を施し、この画像処理後の画像データを出力するようにしている。

【0057】

したがってこれらの発明によれば、研削工具の砥面の状態を複雑な画像処理を用いることなく正確に検査することを可能にした研削工具及び研削工具の砥面状

態検査方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の第 1 の実施形態に係わる砥面状態検査方法を実施するための検査システムの概略構成図。

【図 2】 図 1 に示した検査システムの制御部による検査制御手順及び制御内容の前半部分を示すフローチャート。

【図 3】 図 1 に示した検査システムの制御部による検査制御手順及び制御内容の後半部分を示すフローチャート。

【図 4】 図 1 に示した検査システムにより得られる画像データと、その色度の濃淡分布のヒストグラムを示す図。

【図 5】 従来の検査方法により得られる画像データと、その色度の濃淡分布のヒストグラムを示す図。

【図 6】 この発明の第 3 の実施形態における砥石の砥面部分を拡大して示した模式図。

【図 7】 従来の砥石の砥面部分を拡大して示した模式図。

【図 8】 図 7 に示した砥石を使用する研削加工の一例を示す図。

【図 9】 研削加工後の被加工物の加工面の状態を拡大して示す図。

【符号の説明】

1 0 …砥石

1 1 …砥石基体

1 2 …回転軸

1 3 …結合剤

1 4 …着色処理された結合剤

2 0 …砥粒

3 0 …被加工物

3 0' …疑似被加工物

3 1 …切り屑

3 2 …研削条痕

4 0 …加工テーブル

5 0 … 駆動機構

6 0 … スプレー

7 0 … カメラ付き顕微鏡

8 0 … 制御部

8 1 … 砥面状態検査制御機能

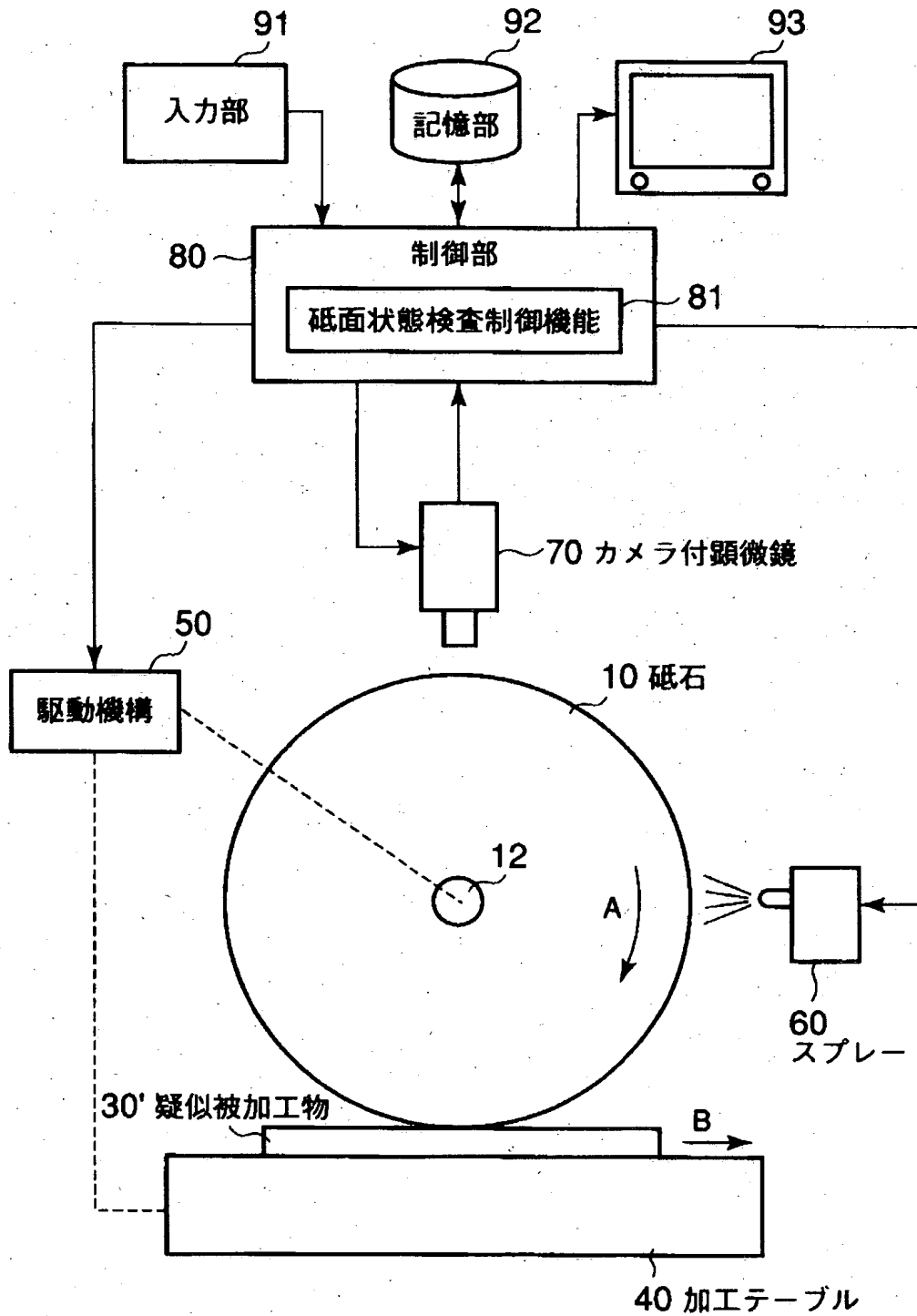
9 1 … 入力部

9 2 … 記憶部

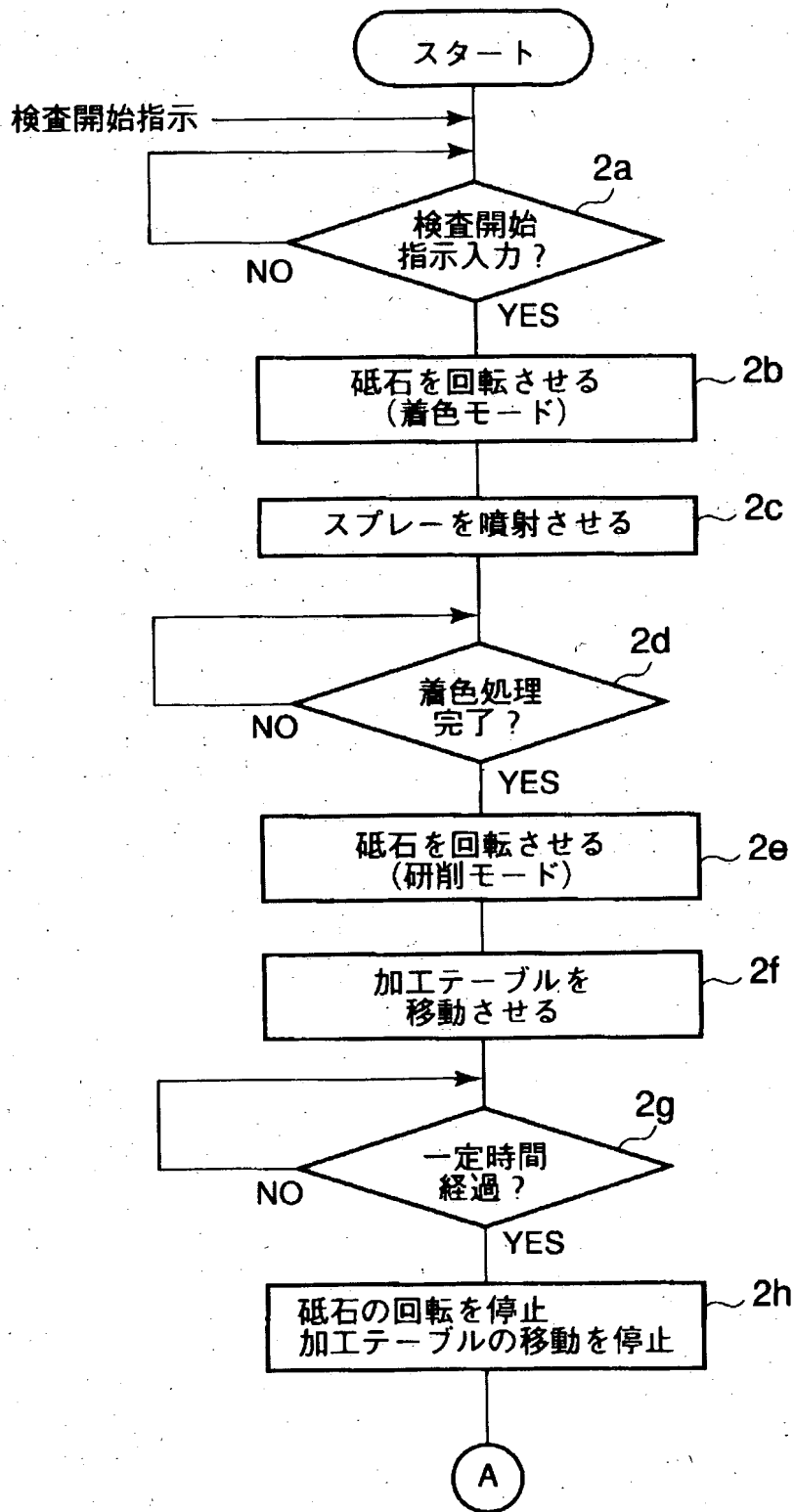
9 3 … 表示部

【書類名】 図面

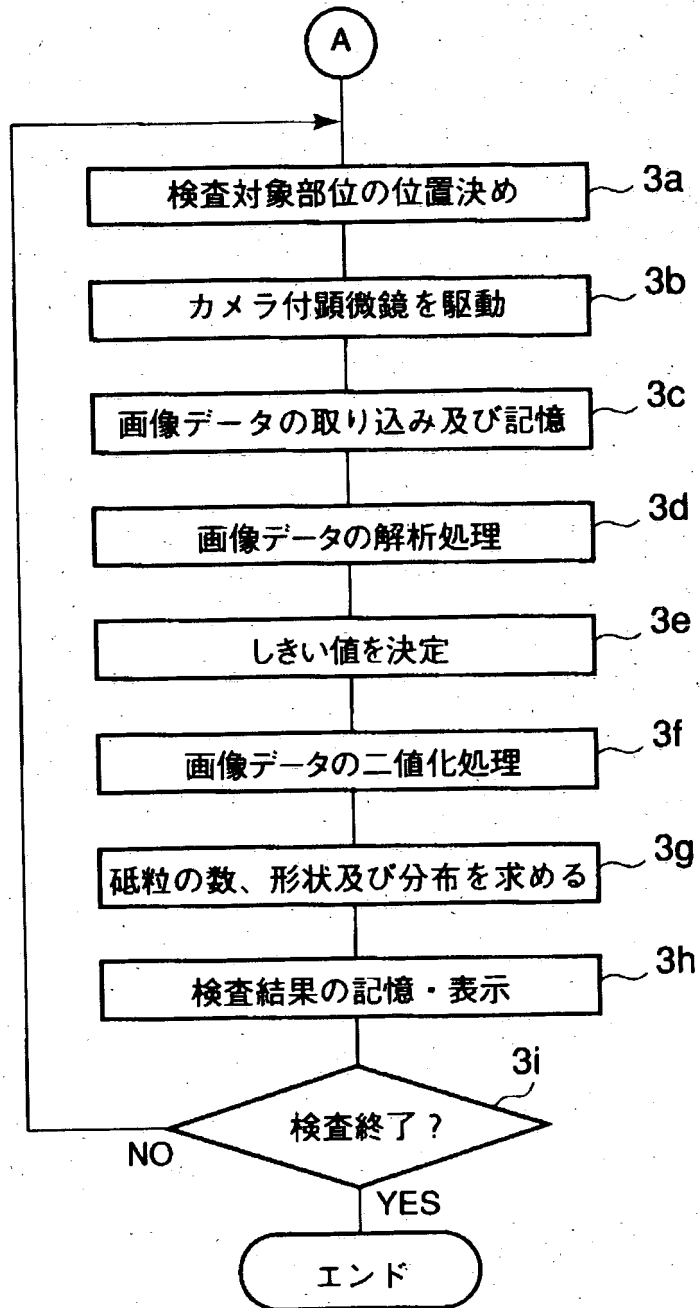
【図 1】



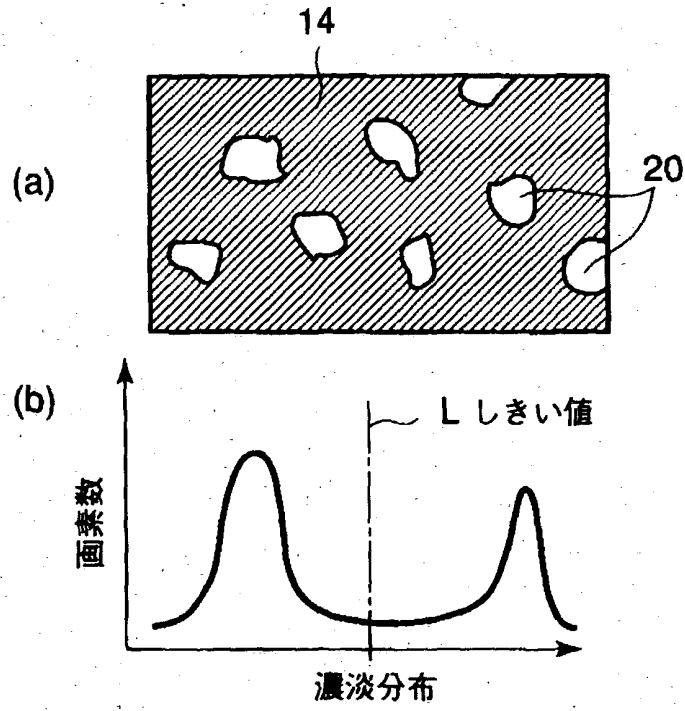
【図 2】



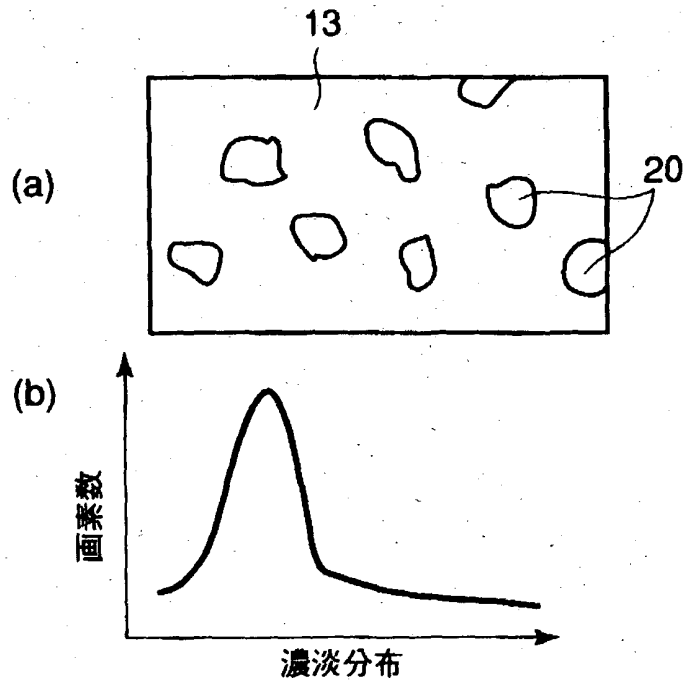
【図 3】



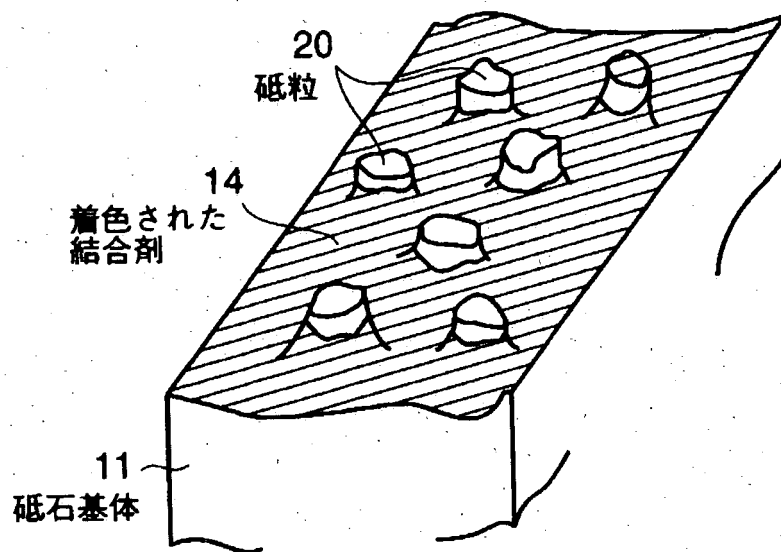
【図4】



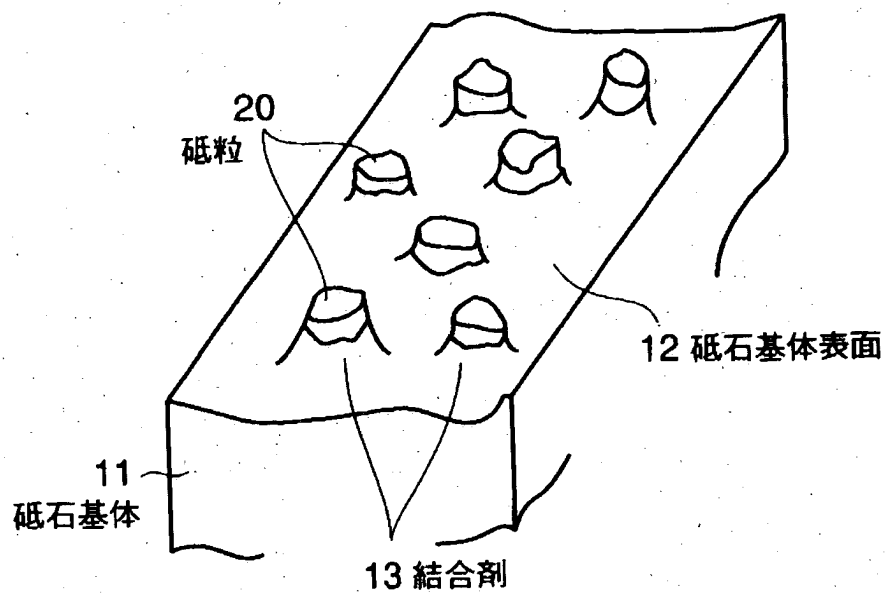
【図5】



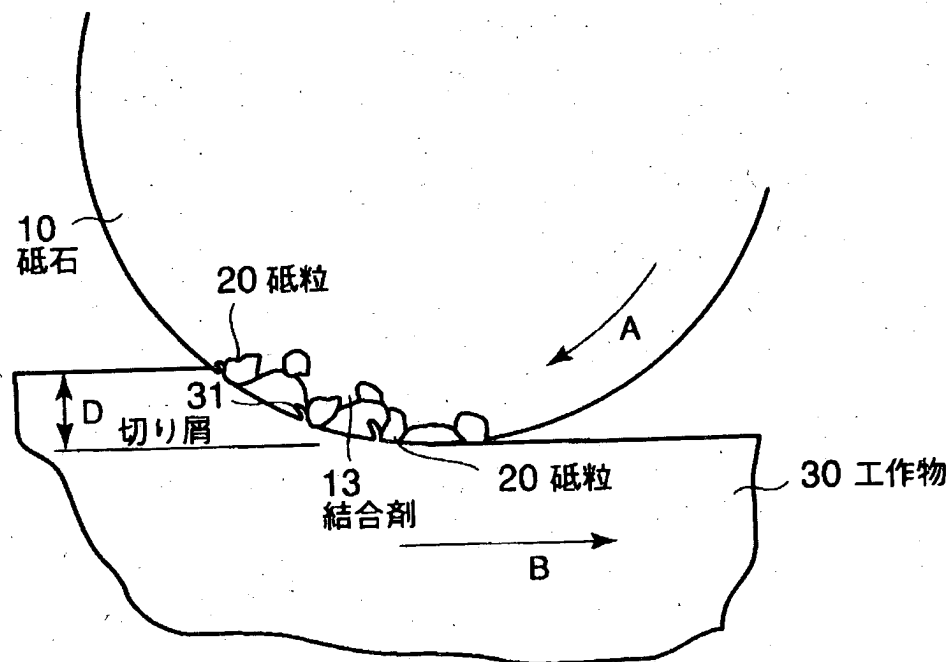
【図6】



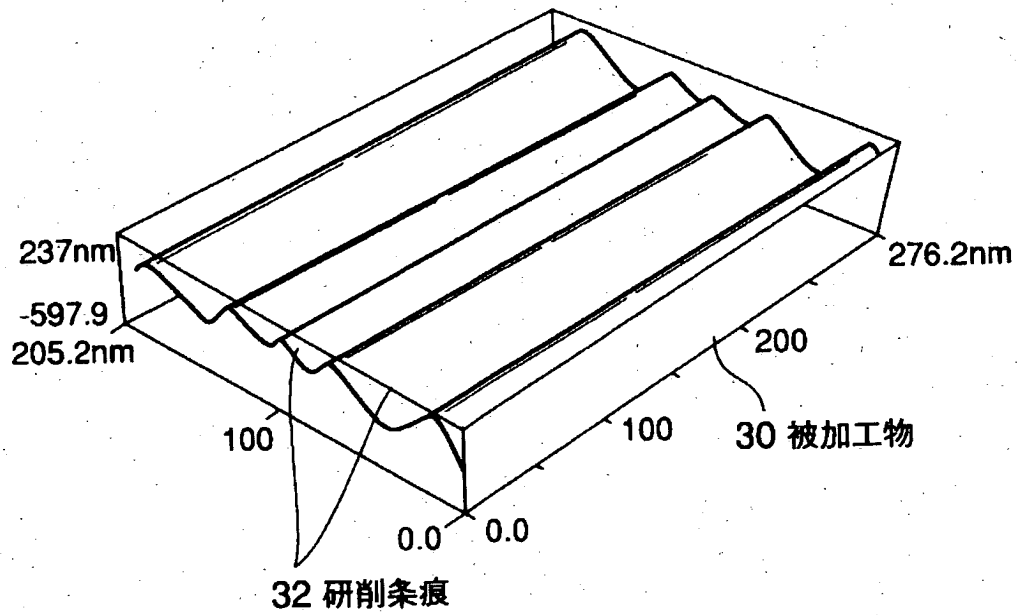
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 研削工具の砥面の状態を複雑な画像処理技術を用いることなく正確に検査することを可能にする。

【解決手段】 砥石10の砥面をカメラ付き顕微鏡70により撮像してその画像データをもとに砥粒20の状態を検査する際に、事前に砥石10の砥面全面をスプレー60により着色し、しかるのちこの砥面が着色された砥石10により疑似被加工物30'を一定時間研削加工することにより、実際に加工に参与する砥粒20の表面の着色を除去して地肌を露出させるようにしたものである。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[502248038]

1. 変更年月日

2002年 7月 9日

[変更理由]

新規登録

住 所

長崎県佐世保市沖新町1番1号

氏 名

佐世保工業高等専門学校長